

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 335 701

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 75 30302

(54) Rotor en céramique pour moteur à turbine à gaz.

(51) Classification internationale (Int. Cl.²). **F 02 C 7/00; F 01 D 5/02.**

(22) Date de dépôt **3 octobre 1975, à 14 h.**

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *Demande de brevet déposée aux Etats-Unis d'Amérique le 7 octobre 1974, n. 512.817 aux noms de Dennis J. Tree et Frank M. Tovey.*

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande **B.O.P.I. — «Listes» n. 28 du 15-7-1977.**

(71) Déposant : Société dite : THE GARRETT CORPORATION, résidant aux Etats-Unis d'Amérique.

(72) Invention de :

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : S.A. Fedit-Loriot. Cabinet Guerbilsky, 38, avenue Hoche, 75008 Paris.

La présente invention concerne les moteurs à turbine à gaz et elle vise plus particulièrement les rotors ou roues de turbines. Plus précisément, l'invention a pour objet un rotor en céramique et son procédé de fabrication.

Jusqu'ici, les rotors ou roues de turbines à gaz ont été faits en métal. Dans certains cas, le métal est forgé ou moulé puis résiné à sa forme définitive. Dans d'autres cas, la roue ou le rotor peut être fabriqué dans une feuille de métal. Dans tous les cas, le matériau doit être capable de résister aux températures élevées et à l'action corrosive des gaz de combustion de combustibles de diverses sortes. En outre, les rotors doivent pouvoir résister à la déformation et/ou à la rupture dues aux fortes contraintes qui se produisent lors d'un fonctionnement à vitesse élevée.

Les rotors connus sont satisfaisants jusqu'à un certain point mais pour obtenir un meilleur rendement et atteindre d'autres objectifs, on tend à faire fonctionner les moteurs à des températures plus élevées, l'inaptitude des rotors métalliques de turbine à supporter les efforts aux températures élevées et la corrosion limitent la durée de vie et la gamme de fonctionnement desdites turbines.

Pour éviter cet inconvénient, on a proposé de construire des rotors dans une céramique capable de supporter des températures élevées et de résister à l'action corrosive des gaz de combustion. De telles tentatives n'ont cependant pas réussi complètement car les rotors ainsi obtenus ne possèdent pas la robustesse nécessaire pour résister aux forces centrifuges à grande vitesse. En outre, les procédés utilisés pour la fabrication de rotors en céramique rendent leur coût prohibitif.

L'invention a pour but un rotor en céramique comportant des moyens de renforcement incorporés au moment de sa fabrication de façon qu'ils fassent corps avec le rotor, ces moyens de renforcement étant placés de manière à renforcer le rotor là où cela est nécessaire et étant constitués par un matériau possédant les caractéristiques de résistance à la chaleur et à la corrosion du matériau qui forme la majeure partie du rotor.

Le rotor suivant l'invention est en poudre de silicium qu'on moule autour d'un élément de renforcement préfabriqué, et qu'on lie par réaction chimique pour former un corps d'une seule pièce, l'élément de renforcement étant en un matériau avec lequel la poudre de

silicium se combine pendant l'opération de liaison par réaction chimique.

Le rotor de l'invention peut comprendre un moyeu et une jante reliés par une joue, le moyeu et la jante comportant chacun un élément de renforcement préfabriqué de type noyau incorporé, un tel élément servant à résister aux efforts excessifs causés par les forces centrifuges, le rotor proprement dit et l'élément de renforcement étant fabriqués par un procédé simple qui donne une structure unitaire caractérisée par sa grande robustesse, et qui permette une fabrication en grande série, à des prix relativement réduits.

Le rotor suivant l'invention peut également comprendre un moyeu comportant des cannelures d'accouplement pour transmettre le mouvement à des mécanismes adjacents et incorporant l'élément de renforcement de type noyau pour conférer de la robustesse à la région des cannelures d'accouplement.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui suit et à l'examen des dessins joints, donnés dans un but non limitatif, et qui représentent plusieurs modes de réalisation de l'invention.

La figure 1 est une vue en coupe verticale transversale d'un rotor en céramique suivant l'invention;

la figure 2 est une vue de détail, en coupe, suivant la ligne II-II de la figure 1;

la figure 3 est une vue analogue à la figure 1, d'un autre mode de réalisation de l'invention;

la figure 4 est une vue analogue d'encore un autre mode de réalisation de l'invention;

la figure 5 est une vue de détail suivant la ligne V-V de la figure 4.

Sur la figure 1, on a représenté un rotor en céramique 10 pour moteur à turbine à gaz. Ce rotor comprend un moyeu 11, une jante 12 et une joue 13 qui relie le moyeu à la jante. Une pluralité de pales ou aubes espacées 14 dépassent radialement de la jante. Ces aubes 14 sont exposées aux gaz de combustion chauds qui les entraînent pendant le fonctionnement de la turbine.

Le but principal de l'invention étant de fabriquer un rotor en matériau céramique capable de supporter les efforts aux tempéra-

tures élevées, ainsi que de résister aux effets corrosifs des gaz chauds, on réalise ledit rotor en nitrure de silicium renforcé dans les régions exposées aux efforts pendant le fonctionnement d'une turbine équipée d'un tel rotor.

- 5 Le rotor 10 est moulé en poudre de silicium avec ou sans liant. Pendant l'opération de moulage, on noie un ou plusieurs éléments de renforcement 15 dans le corps du rotor. Chaque élément 15 est également constitué par du silicium qui a été fritté à chaud à la forme et aux dimensions voulues (sur les figures 1 et 2, la forme 10 de l'élément est annulaire). L'élément 15 est incorporé dans le moyeu du rotor. On calcule ses dimensions de façon telle que le silicium en poudre qui l'entoure ait l'épaisseur prédéterminée "A" la plus favorable à la pénétration de l'atmosphère réductrice à laquelle le rotor est exposé dans le four de traitement à chaud 15 ou de liaison par réaction chimique. Pendant leur exposition à la chaleur, les particules de silicium ramollissent et fusionnent pour former une structure unitaire. Les particules qui sont en contact avec l'élément de renforcement s'unissent ou se lient également avec lui, de sorte qu'on obtient une structure d'un seul tenant. Une fois 20 l'opération de liaison par réaction chimique terminée, on peut finir l'alésage 17 du rotor à la dimension voulue par meulage ou autre traitement approprié. Le procédé suivant l'invention permet de fabriquer un rotor d'une seule pièce en nitrure de silicium, possédant la robustesse nécessaire dans la zone critique pour 25 supporter les efforts inhérents au fonctionnement normal du rotor, mais à des températures plus élevées. Ce procédé peut être utilisé pour une production en série, par exemple par moulage multiple par injection, ce qui permet d'obtenir des produits finis à des prix relativement bas.
- 30 Dans le mode de réalisation de rotor de la figure 3, une bague de renforcement 18 est incorporée à la jante 12. Cette bague est également en silicium fritté à chaud et elle est noyée dans le rotor pendant l'opération de moulage. La bague 18 devient partie intégrante du rotor pendant l'opération de liaison par réaction et renforce la jante. Elle résiste aux efforts résultant de la rotation 35 du rotor à grande vitesse et aux charges imposées par la force centrifuge qui s'exerce sur les aubes 14 de la turbine.

Dans le mode de réalisation des figures 4 et 5, le moyeu du

rotor présente des cannelures d'accouplement 20. Ces cannelures forment sur un ou sur les deux côtés du moyeu des indentations courbes 21 destinées à venir en engagement avec des indentations correspondantes formées sur un mécanisme associé pour lui trans-
5 mettre ou pour en recevoir une force d'entraînement. Ces cannelures peuvent également être renforcées par incorporation de bagues ou d'autres éléments de forme appropriée. Ces éléments de renforcement sont préformés en silicium fritté à chaud et ils sont noyés dans la poudre de silicium durant le moulage du rotor. La poudre de
10 silicium peut comprendre des ingrédients secs ainsi que des mélanges de poudre de silicium et de liants secs, demi-secs ou pâteux.

Dans chacun des modes de réalisation représentés, l'élément de renforcement est sensiblement de forme annulaire et il est constitué par du nitrure de silicium fritté à chaud. Cet ou ces éléments sont
15 noyés dans le rotor pendant l'opération de moulage et ils se combinent avec le silicium du rotor pendant l'opération de liaison par réaction pour former un corps d'une seule pièce. L'élément de renforcement ne nécessite aucun usinage ou autre opération de finissage avant d'être noyé dans le corps du rotor pendant le
20 moulage. Comme les éléments de renforcement sont faits dans le même matériau de base que le rotor, les matériaux de l'élément et du rotor fusionnent ensemble pendant l'opération de liaison par réaction pour former un corps d'une seule pièce possédant la robustesse voulue dans les régions soumises à des efforts inhabituels ou con-
25 centrés.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits et représentés, elle est susceptible de nombreuses variantes, accessibles à l'homme de l'art, suivant les applications envisagées et sans s'écartez pour cela de l'esprit de l'invention.

REVENDICATIONS

- 1.- Rotor en céramique pour moteur à turbine à gaz, caractérisé en ce qu'il comprend un corps en forme de disque en nitrure de silicium lié par réaction et comprenant un moyeu, une joue et une jante, au moins une bague de renforcement en nitrure de silicium préformée étant noyée dans le corps avant l'opération de liaison par réaction et unie de façon intégrante audit corps par ladite liaison.
5
- 2.- Rotor suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le corps comprend une pluralité de sections de joue espacées axialement le long du rotor, lesdites sections étant sensiblement d'épaisseur égale.
10
- 3.- Rotor suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la bague de renforcement en nitrure de silicium fritté à chaud est disposée dans le moyeu du rotor.
15
- 4.- Rotor suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la bague de renforcement en nitrure de silicium fritté à chaud est disposée entre le moyeu et la jante du rotor.
- 5.- Rotor suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la bague de renforcement en nitrure de silicium fritté à chaud est disposée dans la jante du rotor.
20
- 6.- Procédé de fabrication d'un rotor en céramique pour moteur à turbine à gaz, caractérisé en ce qu'il consiste à friter à chaud une quantité de matériau réfractaire pour former un élément de renforcement de forme prédéterminée, à supporter ledit élément de renforcement dans une cavité de mouillage à la forme du rotor, à remplir la cavité avec un matériau réfractaire en poudre pour mouler le corps du rotor avec l'élément de renforcement noyé à l'intérieur, et à exposer le corps moulé à une température élevée sous atmosphère réductrice pour lier par réaction le matériau réfractaire du corps et de l'élément de renforcement en un produit d'une seule pièce.
25
- 7.- Procédé suivant la revendication 6, caractérisé en ce que la cavité de mouillage est conformée pour un rotor comportant un moyeu, une joue et une jante, l'élément de renforcement ayant la forme d'une bague et étant supporté dans la région de la cavité destinée au formage du moyeu.
30
- 35

8.- Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que la cavité de moulage est conformée pour un rotor comportant un moyeu, une joue et une jante, l'élément de renforcement ayant la forme d'une bague et étant supporté dans la région de la cavité destinée au formage de la jante.

9.- Procédé suivant la revendication 6, caractérisé en ce que la cavité de moulage est conformée pour un rotor comportant un moyeu, une joue et une jante, l'élément de renforcement ayant la forme d'une bague et étant supporté dans la cavité entre les régions de formage du moyeu et de la jante.

10.- Procédé suivant la revendication 6, caractérisé en ce que la cavité de moulage est conformée pour un rotor comportant un moyeu, une joue, une jante et des cannelures d'accouplement sur les côtés adjacents au moyeu, l'élément de renforcement ayant la forme d'une bague et étant supporté dans la cavité sensiblement en coïncidence avec la région de la cavité destinée au formage des cannelures d'accouplement.

2335701

Pl. unique

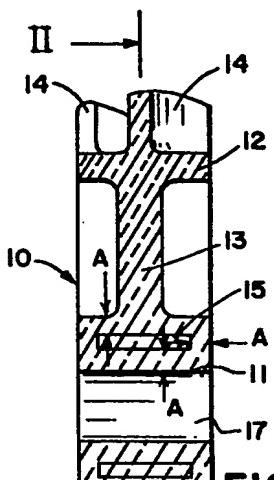


FIG.1.

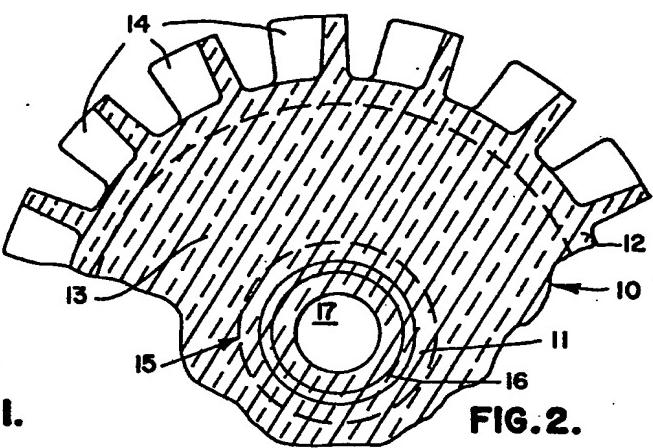


FIG.2.

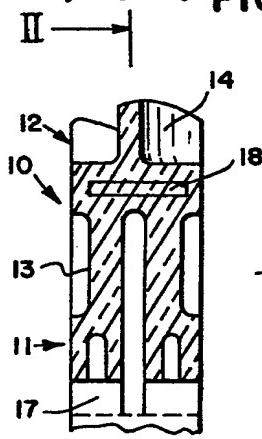


FIG.3.

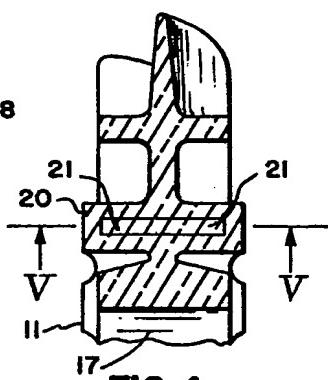


FIG.4.

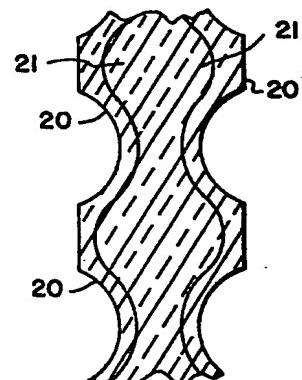


FIG.5.